Министерство образования Республики Беларусь

Витебский государственный университет   
имени П.М.Машерова

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ВГУ имени П.М. Машерова

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.В. Богатырёва

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного экзамена в магистратуру по специальности**

**1-31 80 05 Физика**

Рекомендована к утверждению:

кафедрой инженерной физики

(протокол №8 от 21.02.2022г.)

Витебск 2022

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Программа вступительного испытания по предмету «Физика» включает основные разделы вузовских курсов по физике I ступени обучения физико-математических специальностей. Целью проведения экзамена является проверка уровня теоретической подготовки по профилирующим дисциплинам специальности лиц, поступающих в магистратуру.

В основу программы положены одноименные базовые университетские курсы по разделам общей физики специальности Физика (по направлениям) первой ступени высшего образования. Круг знаний экзаменуемых определяется направлениями: Механика, Молекулярная физика, Электричество и магнетизм, Оптика, Физика атома и атомных явлений, Физика ядра и элементарных частиц, Теоретическая механика, Термодинамика и статистическая физика, Электродинамика, Квантовая механика.

Предполагается, что поступающий в магистратуру должен владеть основными понятиями и терминологией, уметь доказывать основные утверждения, относящиеся к соответствующим дисциплинам.

Программа снабжена также списком рекомендуемой литературы для подготовки к вступительному испытанию.

Основной целью программы является формирование у экзаменуемых таких навыков и знаний, которые будут способствовать в дальнейшем проведению самостоятельных научных исследований в соответствующей области.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Кашевич Ирина Федоровна – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой инженерной физики.

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

**Тема 1. Механика**

Физические величины и их измерение. Основы теории погрешностей и методов обработки результатов измерений. Кинематика. Кинематика материальной точки. Задачи кинематики. Кинематика абсолютно твёрдого тела (АТТ). Динамика. Динамика материальной точки. Фундаментальные силы и взаимодействия. Неинерциальные системы отсчёта (НИСО). Работа и энергия. Динамика системы материальных точек (СМТ). Уравнение движения СМТ. Энергия СМТ. Столкновения. Динамика тел переменной массы. Динамика твердого тела (ТТ) при поступательном, вращательном движении вокруг неподвижной оси, плоском движении, вращательном движении вокруг неподвижной точки. Всемирное тяготение. Движение тел в гравитационном поле Земли. Деформации тел. Деформации растяжения, сдвига, изгиба и кручения. Механика жидкостей и газов. Уравнение Бернулли. Вязкость. Тело в потоке жидкости. Колебания. Колебания при наличии трения. Вынужденные колебания. Волновое движение. Скорость волны. Энергия волны. Звуковые волны. Основы специальной теории относительности.

**Тема 2. Молекулярная физика**

Макроскопическое и микроскопическое состояния вещества. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Броуновское движение. Температура. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Реальные газы. Жидкости. Растворы. Твердые тела. Фазовые переходы. Кинематические характеристики молекулярного движения. Процессы переноса.

**Тема 3. Электричество и магнетизм**

Электростатическое поле при наличии диэлектриков. Энергия электростатического поля. Электрический ток. Стационарное магнитное поле в вакууме. Магнитное поле в веществе. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания. Магнетики. Уравнения Максвелла и основные свойства электромагнитных волн. Электрический ток в реальных средах.

**Тема 4. Оптика**

Свойства электромагнитных волн. Интерференция света. Дифракция. Распространение света в изотропной среде. Распространение света в анизотропной среде. Геометрическая оптика. Взаимодействие света с Веществом. Квантовая природа света. Спектры атомов и молекул. Люминесценция. Усиление и генерация света. Нелинейные явления в оптике. Оптика движущих сред.

**Тема 5. Физика атома и атомных явлений**

Развитие квантовых представлений. Основные положения квантовой механики Механический и магнитный моменты атомных систем. Излучение атомных систем. Строение и свойства атомов. Строение и свойства молекул. Квантовые свойства твердых тел и наноструктур.

**Тема 6. Физика ядра и элементарных частиц**

Основные свойства атомных ядер. Нуклон-нуклонные взаимодействия. Модели атомных ядер. Радиоактивный распад ядер. Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Методы детектирования излучений. Дозиметрия, радиометрия и спектрометрия ионизирующего излучения. Ядерные реакции. Реакции деления и синтеза. Космическое излучение. Экспериментальные методы в физике высоких энергий. Свойства элементарных частиц. Сильное взаимодействие и структура адронов. Электрослабое взаимодействие и основные принципы теорий объединения. Ядерная астрофизика.

**Тема 7. Теоретическая механика**

Уравнения движения. Законы сохранения. Интегрирование уравнений движения. Канонические уравнения. Столкновения частиц. Малые колебания. Движение твердого тела. Основные понятия механики сплошных сред. Идеальная жидкость. Вязкая жидкость.

**Тема 8. Термодинамика и статистическая физика**

Основные положения термодинамики. Второе начало термодинамики. Каноническое распределение Гиббса. Идеальный газ. Распределения Ферми и Бозе. Твёрдые тела. Неидеальные газы. Теория флуктуации. Фазовые переходы. Броуновское движение и случайные процессы. Основы термодинамики необратимых процессов.

**Тема 9. Электродинамика**

Основные положения электромагнитной теории. Элементы специальной теории относительности. Соотношения релятивистской механики заряженных частиц. Мультиполи. Энергетические поляризационные характеристики. Электромагнитные волны в электромагнетиках. Уравнения электро- и магнитостатики.

**Тема 10. Квантовая механика**

Физические основы квантовой механики. Пространство состояний. Линейные операторы и их свойства. Вектор состояния. Наблюдаемые. Измерение физических величин. Изменение вектора состояния и наблюдаемых со временем. Простейшие приложения квантовой механики.

**Перечень вопросов**

**Механика. Теоретическая механика**

1. Основные положения классической механики. Основная задача динамики. Ньютонова форма уравнений механики.

2. Лагранжева форма уравнений механики.

3. Гамильтонова форма уравнений механики. Уравнения Гамильтона-Якоби.

4. Фундаментальные законы сохранения в классической механике и их связь со свойствами симметрии пространства и времени.

5. Движение в центральном силовом поле. Задача Кеплера.

6. Линейные колебания механических систем.

7. Колебания систем со многими степенями свободы. Нормальные координаты. Пространственный осциллятор.

8. Применение принципа наименьшего действия для нахождения уравнения движения механической системы. Действие как функция координат. Классический детерминизм. Принцип Мопертюи.

9. Движение в неинерциальных системах отсчета.

10. Динамика твердого тела с неподвижной точкой.

**Молекулярная физика. Термодинамика и статистическая физика.**

11. Типы термодинамических систем и процессов. Первое начало термодинамики. Работа. Количество теплоты. Внутренняя энергия.

12. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Второе начало термодинамики в формулировке Клаузиуса и Кельвина. Круговые процессы. Тепловые машины. Теоремы Карно.

13. Энтропия. Энтропия идеального газа. Закон возрастания энтропии. Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Теорема Нернста (третье начало термодинамики).

14. Термодинамические потенциалы закрытых и открытых термодинамических систем. Понятие обобщенных термодинамических координат и сил.

15. Статистические распределения (микроканоническое, каноническое и большое каноническое), их физический смысл и использование для нахождения термодинамических параметров.

16. Идеальный квантовый Ферми-газ. Распределение Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ. Поверхность Ферми.

17. Идеальный квантовый Бозе-газ. Распределение Бозе-Эйнштейна. Квантовая статистика фотонов и фононов, их термодинамические величины и уравнения состояния.

18. Неидеальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

19. Фазовые превращения. Фазовые диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

20. Фазовые переходы первого и второго рода (поведение термодинамических потенциалов и производных от них).

21. Флуктуации термодинамических величин. Распределение Гаусса. Корреляции основных термодинамических величин.

**Электричество и магнетизм. Электродинамика.**

22. Электрический заряд. Закон Кулона. Электрическое поле. Потенциальность электростатического поля.

23. Электрическое поле в проводниках и диэлектриках. Энергия электрического поля.

24. Стационарное магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила Лоренца.

25. Вихревой характер магнитного поля. Энергия магнитного поля. Магнитные свойства вещества.

26. Электрический ток. Уравнение непрерывности. Законы постоянного тока. Проводимость различных сред. Критерий квазистационарности.

27. Электромагнитное поле. Явление электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле и токи смещения.

28. Уравнения Максвелла и их физический смысл. Потенциал электромагнитного поля, калибровочные преобразования.

29. Основы специальной теории относительности.

30. Электромагнитные волны. Волновые уравнения и их решения. Плоская электромагнитная волна, ее свойства и характеристики. Перенос энергии электромагнитными волнами.

31. Распространение электромагнитных волн. Распространение в однородных изотропных средах. Поведение на границе двух сред.

**Оптика.**

32. Электромагнитная природа световых волн. Доказательства электромагнитной природы света. Шкала электромагнитных волн. Энергетические и фотометрические характеристики света. Излучение электрического диполя.

33. Интерференция света. Когерентность. Способы получения когерентных волн. Интерференция многих волн. Интерферометрия.

34. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракционная решетка. Физические основы голографии.

35. Поляризация света. Основные виды поляризации. Получение и преобразование поляризованного света. Поляризационные приборы.

36. Распространение света в среде. Дисперсия и поглощение. Рассеяние света.

37. Геометрическая оптика. Принцип Ферма. Центрированная оптическая система. Простейшие оптические приборы.

38. Принцип работы лазера и свойства лазерного излучения. Основы нелинейной оптики.

39. Корпускулярно-волновой дуализм. Фотоны. Фотоэффект. Опыты Франка-Герца. Волны де Бройля. Дифракция микрочастиц. Связь между корпускулярными и волновыми свойствами.

**Физика атома и атомных явлений. Квантовая механика.**

40. Квантование энергии атомов. Постулаты Бора. Модель атома Бора.

41. Атом водорода. Волновые функции и уровни энергии. Распределение электронной плотности. Квантовые числа.

42. Строение сложных атомов. Принцип Паули и электронные оболочки. Физическое объяснение периодического закона.

43. Атом во внешних полях. Эффект Зеемана. Эффект Штарка.

44. Частица в одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект.

45. Принцип суперпозиции состояний в квантовой механике. Решение уравнения Шредингера для линейного осциллятора.

46. Принцип причинности в квантовой механике. Временное уравнение Шредингера. Стационарные состояния.

47. Одновременное определение физических величин. Соотношение неопределенностей.

48. Интегралы движения в квантовой механике. Элементы теории представлений

49. Квантовые переходы. Вероятности переходов.

50. Уравнение Дирака.

**Физика ядра и элементарных частиц.**

51. Общая характеристика атомных ядер. Ядерные силы, их свойства.

52. Энергия связи. Капельная и оболочечная модели ядра.

53. Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивного распада.

54. Основные виды и механизмы протекания ядерных реакций.

55. Общие свойства и классификация наблюдаемых элементарных частиц. Законы сохранения.

56. Структура адронов. Кварки и глюоны. Фундаментальные взаимодействия.

57. Стандартная модель.

**Критерии оценивания на вступительных испытаниях**

Десятибалльная шкала в зависимости от величины балла и оценки включает следующие критерии:

10 баллов – ПРЕВОСХОДНО:

* систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
* точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
* безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
* выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
* полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
* умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
* творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровенькультуры исполнения заданий.

9 баллов – ОТЛИЧНО:

* систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
* точноеиспользование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
* владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
* способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
* полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
* умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
* самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов – ПОЧТИ ОТЛИЧНО:

* систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;
* использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
* владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
* способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
* усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
* умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку с позиции государственной идеологии (по дисциплинам социально-гуманитарного цикла);
* активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов – ОЧЕНЬ ХОРОШО:

* систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
* использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
* владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
* усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
* умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
* самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов – ХОРОШО:

* достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
* использование необходимой научной терминологии, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
* владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
* способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
* усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
* умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
* активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов – ПОЧТИ ХОРОШО:

* достаточные знания в объеме учебной программы;
* использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
* владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
* способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
* усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
* умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
* самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

4 балла – УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО, ЗАЧТЕНО:

* достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
* усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
* использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
* владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
* умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
* умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;
* работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО, НЕЗАЧТЕНО:

* недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
* знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
* использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
* слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
* неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине;
* пассивность на практических, лабораторных занятиях, низкий уровенькультуры исполнения заданий.

2 балла – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

* фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;
* знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;
* неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок;
* слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
* пассивность на практических, лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

1 балл – НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО:

* отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

|  |  |
| --- | --- |
| 5 – балльная система оценки | 10 – балльная система оценки |
| 5 | 10 (превосходно) |
| 5 | 9 (отлично) |
| 4 | 8 (почти отлично) |
| 4 | 7 (очень хорошо) |
| 4 | 6 (хорошо) |
| 3 | 5 (почти хорошо) |
| 3 | 4 (удовлетворительно) |
|  | 3 (неудовлетворительно) |
|  | 2 (неудовлетворительно) |
|  | 1 (неудовлетворительно) |

**Литература**

**Общая физика**

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5-и т. М., 2004.
2. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М., 2007.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М., 2006.
4. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм., М., 1989.
5. Калашников С.Г. Электричество. М., 2005.
6. Матвеев А.Н. Оптика. М., 1985.
7. Бутиков Е.И. Оптика. М., 2018.
8. Шпольский Э.В. Атомная физика. В 2-х т. М., 1982.
9. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х т. М., 2004.
10. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. М.,1980.
11. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. М., 1987.

**Теоретическая механика**

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М., 1988.
2. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. М., 1978.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М., 1986.

**Электродинамика**

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М., 1973.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., 1982.
3. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М., 1976.
4. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М.,1965.

**Квантовая механика**

1. Давыдов А.С. Квантовая механика. М., 1991.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М., 1989.
3. Мессиа А. Квантовая механика. В 2-х т. М., 1978.

**Термодинамика и статистическая физика**

1. Базаров И.П. Термодинамика. М.,1991.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М.,1976.
3. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. М.,1983.